Klasifikace vstupů ekonomické analýzy

Základními vstupy ekonomických hodnocení budou pro naše účely výrobní faktory - kapitál, práce a přírodní zdroje, transformované do **peněžního vyjádření**. Jednotlivé výrobní faktory jsou během výroby spotřebních statků spotřebovávány a následně subjekty trhu vzájemně vyměňovány, k ocenění hodnoty výměny využijeme prostřednictví peněz.

Z hlediska firmy pak budeme rozlišovat mezi pojmem ***náklady*** jako očekávanými budoucími zápornými finančními toky (očekáváme, že v budoucnu bude v souvislosti s realizací projektu nutno uhradit finanční obnos dodavateli za zboží, materiál či službu, zaměstnancům zaplatit mzdy za vykonanou práci, atd.) a pojmem ***výdaje,*** kterým budeme rozumět vydané finanční prostředky (zaplacená faktura). Obdobným způsobem budeme rozlišovat mezi ***výnosy,*** tj. očekávanými kladnými budoucími finančními toky a ***tržbami*** jako inkasovanými finančními prostředky.

Členění nákladů

Investiční náklady

Pod pojmem investiční náklady N_i [Kč] budeme rozumět hmotné a finanční prostředky vynakládané na pořizování nového hmotného investičního majetku, popř. na změnu dosavadního majetku.

Je možné definovat :

- přímé investiční náklady

$$N_{i_{pr}} = N_i - U - Do \qquad [\text{Kč}]$$

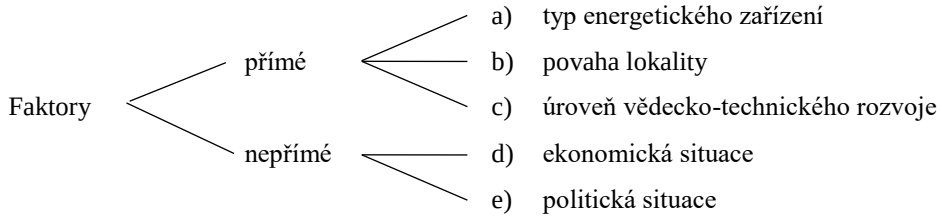
kde značí U [Kč] čerpání úvěrů a Do [Kč] dotace. Jsou zahrnuty do pořizovací ceny základních prostředků budoucího provozovatele. Z této částky se po dokončení stavby určují odpisy.

- investiční náklady vyvolané - jsou to náklady na pořízení nebo změnu základních prostředků, které budou ve správě jiných provozovatelů a musí být vynaloženy v souvislosti s výstavbou uvažované investice (např. náhrady za demolice, náklady na komunikace do výrobny, přípojky rozvodů apod.)
- investiční náklady nepřímé - musí být vynaloženy v souvislosti s uvažovanou investicí v dodavatelských oborech a odvětvích, aby byla zajištěna kapacita těchto oborů a odvětví.

Investiční náklady na stavbu energetické výrobny se stanoví v souhrnném rozpočtu, což je jeden z nejdůležitějších dokumentů projektu. Čím pokročilejší je projekční práce, tím je rozpočet podrobnější a přesnější. Na úrovni studie stavby se při jeho sestavování užívá odborných odhadů, soustav ukazatelů atd., na úrovni prováděcích projektů pak již ceníků, kalkulací dodavatelů apod.

Faktory ovlivňující velikost investičních nákladů.

Tyto faktory lze rozdělit do několika skupin podle mechanizmu působení:



Výši investičních nákladů ovlivňuje :

a) typ energetického zařízení
b) povaha lokality stavby
c) úroveň vědecko-technického rozvoje

Tento faktor působí na velikost investičních nákladů různými způsoby:

Stav vědeckého výzkumu a vliv technického zdokonalování

Vliv sériové výstavby

Vliv velikosti jednotkového výkonu

Vyjádříme-li vhodným parametrem B velikost energetického zařízení, lze vyjádřit investiční náklady různě velkých zařízení vyrobených za jinak stejných podmínek exponenciální funkcí

$$N_{i2} = N_{i1} \cdot \left(\frac{B_2}{B_1} \right)^{\alpha} \qquad [\text{Kč}]$$

kde indexem 1 je označeno zařízení, jehož investiční náklady jsou známé. Za parametr B se většinou dosazuje výkon elektrický, tepelný (u parních kotlů parní), nebo jiný parametr charakterizující velikost zařízení, (např. u tepelných výměníků velikost výměníkové plochy apod.). Jak ukazuje zkušenost, lze vztah aplikovat dosti dobře

na celé energetické komplexy, jako elektrárny, teplárny, elektrárenské bloky aj., ale i na menší zařízení (elektromotory, čerpadla apod.)

U většiny energetických zařízení rostou investiční náklady pomaleji než velikost, exponent α je proto menší než 1 a nazývá se součinitel zlevnění. Např. při přechodu z klasických kondenzačních elektráren o výkonu 200 MW na 500 MW bylo dosaženo těchto hodnot součinitele zlevnění (za parametr *B* se dosazuje instalovaný výkon bloku P_i):

Velká Británie	$\alpha = 0{,}65$	Francie	$\alpha = 0{,}78$
USA	$\alpha = 0{,}76$	NSR	$\alpha = 0{,}79$

Podle okolností se může u bloků klasických kondenzačních elektráren pohybovat součinitel zlevnění v mezích $\alpha = 0{,}65$ až $0{,}80$. Zavedeme-li měrné investiční náklady n_i, dostává funkce tvar

$$n_{i2} = n_{i1}\left(\frac{P_{i2}}{P_{i1}}\right)^{\alpha-1} \quad \text{nebo} \quad n_{i2} = \frac{n_{i1}}{P_{i1}^{(\alpha-1)}} \cdot \frac{1}{P_{i2}^{(1-\alpha)}} \quad \text{[Kč/kWh]}$$

Jak ukazuje druhý vztah, je závislost měrných investičních nákladů na velikosti jednotky hyperbolická, neboť člen $n_{i1} / P_{i1}^{(\alpha-1)}$ je konstantní. Rychlost snižování měrných investičních nákladů s rostoucím výkonem jednotky tedy postupně klesá.

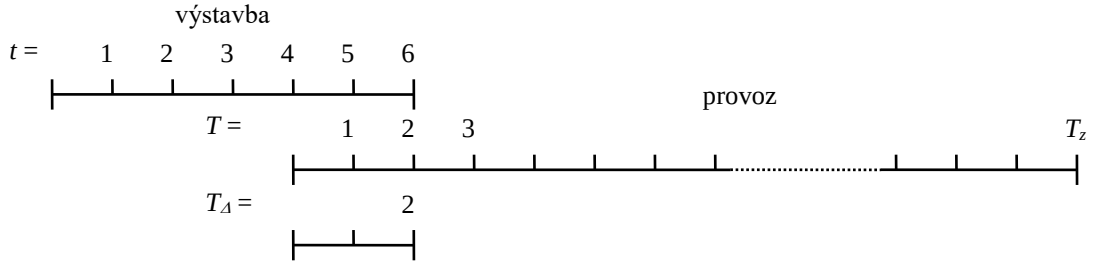
d) Vliv ekonomické situace
e) Vliv politické situace

Porovnávací investiční náklady N_{ip} [Kč]

Většina energetických výroben má delší dobu výstavby T_v než jeden rok. Chceme-li proto použít vztahy pro výpočet výrobních nákladů, je třeba sumarizovat investiční náklady vynakládané během jednotlivých let výstavby k témuž okamžiku, tedy většinou k prvnímu roku provozu. Při výstavbě elektráren s několika bloky začínají obvykle pracovat první bloky již v době, kdy jsou poslední bloky ještě ve výstavbě. Graficky je tato situace naznačena na obrázku. Pro sumarizaci investičních nákladů pak platí vztah

$$N_{ip} = \sum_{t=1}^{T_v} N_{it} \cdot r^{T_v - t - T_\Delta} \quad \text{[Kč]}$$

kde je *t* pořadové číslo jednotlivých let výstavby, $N_{i\,t}$ [Kč] investiční náklady vynaložené v *t*-tém roce výstavby a T_Δ počet let o něž přesáhne výstavba zahájení provozu objektu.



Časový průběh výstavby a provozu elektrárny

Pomocí uvedeného vztahu lze provést rozbor časového průběhu čerpání investičních nákladů. V souvislosti s tím se zavádí ztráta vázaností investičních prostředků v letech výstavby *Z*

$$Z = N_{ip} - N_i \quad \text{[Kč]}$$

Provozní náklady

Provozní náklady energetických výroben jsou dány součtem nákladů materiálových (tj. nákladů na palivo a jeho dopravu, nákladů na provozní materiály, na vodu, na opravy a údržbu, na režii a ostatní a na přikoupenou energii) a mezd.

Většinou se provozní náklady určují podle dále naznačené metodiky. Provozní náklady se získají součtem následujících položek :

<u>Palivové náklady a náklady na aditivum</u>

jsou dány roční spotřebou všech druhů paliv v energetické výrobně a cenou těchto paliv. Analogicky se doporučuje vyjadřovat i náklady na aditivum pro odsíření, jehož spotřebu je možná vztáhnout k sirnatosti paliva

$$N_{pv_T} = \sum_{i=1}^{n} M_{pv_i} \cdot (c_{pv_i} + c_{a_i} + c_{e_i}) = \sum_{i=1}^{n} M_{pv_i} \cdot c_{p_i} = \sum_{i=1}^{n} A_{pr} \cdot m_{pv_i} \cdot c_{p_i} \quad \text{[Kč/r]}$$

kde značí

M_{pv_i} [kg/r] palivo typu *i* spotřebované za rok

c_{pv_i} [Kč/kg] cena paliva typu *i*

c_{a_i} [Kč/kg] cena aditiva spotřebovaná a 1 kg spáleného paliva typu *i*

c_{e_i} [Kč/kg] poplatky za emise vzniklé spálením 1 kg paliva typu *i*

A_{pr} [kWh/rok] roční dodávku energie na prahu výrobny.

m_{pv_i} [kg/kWh] měrná spotřeba paliva typu *i* na dodanou kWh

Vztah je vhodný pro výpočet palivových nákladů u klasických energetických výroben na fosilní paliva. Výpočet palivových nákladů u jaderných elektráren je složitější než u klasických elektráren a to z několika důvodů :

- Najetí bloku jaderné elektrárny vyžaduje zavezení určitého minimálního množství paliva do reaktoru. Náklady na tuto první vsázku jsou tedy nutné pro zajištění pohotového výkonu a představují tedy část "nákladů na výkon", tj. část stálých nákladů.
- Do ceny palivových článků je nutno zahrnout náklady na těžbu a úpravu jaderného paliva, výrobu palivových článku, na přepracování paliva po použití a dobropisy za jaderná paliva získaná z použitých palivových článků. Uvedené náklady se ovšem vynakládají v různou dobu a proto se musí aktualizovat ke společnému datu.

Při přesnějším výpočtu palivových nákladů jaderné elektrárny je třeba tyto skutečnosti respektovat. V naší praxi byly zatím přijaty při výpočtu palivových nákladů jaderných elektráren následující předpoklady:

- cena první vsázky paliva je zahrnuta v investičních nákladech,
- palivové náklady mezi prvním najetím bloku a první výměnou paliva jsou nulové,
- 2/3 první vsázky paliva „zůstávají“ po celou dobu ekonomické životnosti bloku v reaktoru a je proto nutné jejich odepsání po skončení provozu a to formou snižování palivových nákladů po celou dobu životnosti odpisy podle vztahu

$$n_{pv\ m} = \frac{N_{pv\ m}}{A_m} - \frac{\frac{2}{3}N_{pv\ 1}}{\sum_{m=1}^{n} A_m} \quad \text{[Kč/Mwh]}$$

kde značí $n_{pv\ m}$ [Kč/Mwh] měrné palivové náklady na *m*-tou vsázku, $N_{pv\ m}$ [Kč] počáteční náklady na palivo vyjímané z reaktoru po *m*-té kampani, *A* [MWh] dodaná elektrická energie v *m*-té kampani, *n* [1] počet kampaní za ekonomickou životnost bloku,

- dobropisy za znovuzískané palivo při přepracování se předpokládají ve výši 30 % původní ceny zaváženého paliva.

Při odhadech a méně přesných výpočtech lze aplikovat zjednodušený vztah

$$N_{pv\ T} = \frac{C_{pv\ čl}}{24 \cdot \eta_{el\ pr} \cdot \bar{W}} \cdot A_{pr} \quad \text{[Kč/rok]}$$

kde $\eta_{el\ pr}$ je celková střední účinnost bloku JE na prahu, $\bar{W}$ [MWd/kd] je střední vyhoření. $C_{pv\ čl}$ [Kč/kg], cena palivových článků, by měla zahrnout všechny dříve uvedené faktory.

Náklady na vodu

Je třeba rozlišovat průmyslovou vodu spotřebovanou, průmyslovou vodu pouze proteklou (např. pro účely chlazení) a vodu odebranou z veřejného vodovodu (pitná voda), neboť každý tento druh odběru vody je oceňován jiným způsobem.

$$N_{wT} = M_{ws} \cdot c_{ws} + M_{wp} \cdot c_{wp} = A_{pr} \cdot \left(m_{ws} \cdot c_{ws} + m_{wp} \cdot c_{wp}\right) \quad \text{[Kč/r]}$$

kde je M_{ws} [t/rok] roční spotřeba vody,

M_{wp} [t/rok] voda proteklá za rok elektrárnou,

c_{ws}, c_{wp} [Kč/t] cena vody spotřebované resp. proteklé,

A_{pr} [MWh/rok] roční čistá výroba elektřiny (na prahu výrobny),

m_{ws}, m_{wp} [t/kWh] měrná spotřeba vody resp. průtok vody, vztaženo na dodanou energii.

Náklady na provozní materiál

jsou náklady na spotřebované výrobky, tzn. mazadla chemické výrobky, čistící materiály apod. a dále náklady na zásoby aj. Tyto náklady lze přibližně považovat za úměrné nákladům na palivo

$$N_{mpT} \doteq k_{pm} \cdot N_{pv} \quad \text{[Kč/r]}$$

kde velikost součinitele k_{pm} se pohybuje u elektráren v rozmezí 0,005 až 0,015; u tepláren až 0,045. U jaderných elektráren jsou do této položky započteny i náklady na doplňování moderátoru, popř. primárního chladiva. Roční ztráty primárního chladiva např. u reaktoru typu VVER 440 mohou činit 2 až 5 % celkové náplně.

Náklady na opravy a údržbu
jsou náklady na hrazení běžných a generálních oprav a na údržbu zařízení. Tyto náklady jsou závislé na poruchovosti zařízení, a proto se mění s časem Pro projekční účely se pro stanovení těchto nákladů užívá ukazatelů závislých na odpisech nebo pořizovací ceně základních prostředků

$$N_{oúT} = K_{oú} \cdot N_o = K_{oú} \cdot \frac{N_i}{T_z} \cdot 0{,}95 = k_{oú\,stř} \cdot N_i \qquad [\text{Kč/r}]$$

kde se součinitelem 0,95 přibližně převádí investiční náklady N_i na investiční náklady přímé.

Náklady na režii a ostatní
jsou náklady na správní a zásobovací činnost, dále jsou sem zahrnovány příspěvky na sociální zabezpečení a odpisy předmětu postupné spotřeby. Výše těchto nákladů se obvykle vztahuje na součet mezd a odpisů

$$N_{roT} = (k_r + k_o) \cdot (M + N_o) \qquad [\text{Kč/r}]$$

kde k_r respektuje náklady na správní a zásobovací činnost ($k_r \cong 0{,}3$) a k_o respektuje příspěvky na sociální zabezpečení ($k_o \cong 0{,}07$)

Náklady na přikoupenou energii N_{pe}
jsou náklady na nákup všech druhů energií (elektrické, tepelné aj.).

$$N_{peT} = A_{peT} \cdot c_{pe} \qquad [\text{Kč/r}]$$

kde $A_{pe\,T}$ (kWh/r) přikoupená energie v roce T a c_{pe} (Kč/kWh) její cena

Mzdy *M*
se v projektové praxi počítají z celkového počtu evidovaných pracovníků n_{os} a z průměrné roční mzdy pracovníka v příslušném typu energetické výrobny $\overline{m}$

$$M_T = n_{os} \cdot \bar{m} = k_{os} \cdot P_i \cdot \bar{m} = \frac{k_{os}}{n_i} \cdot N_i \cdot \bar{m} \qquad [\text{Kč/r}]$$

kde k_{os} (l/kW) je měrný počet pracovníků. Jeho velikost závisí na typu energetické výrobny, typu primárního paliva, velikosti jednotek a úrovni mechanizace a automatizace. Pohybuje se v mezích $k_{os} = (0{,}1 \text{ až } 4).10^{-3}$ l/kW. Provozní náklady v roce T lze podle výše uvedeného vypočíst ze vztahu:

$$N_{pT} = N_{pvT} + N_{wT} + N_{pnT} + N_{ošT} + N_{roT} + N_{peT} + M_T \qquad [\text{Kč/r}]$$

Měrné výrobní náklady n_v
Veškeré náklady související s pořízením a následným provozem zařízení nazýváme výrobními náklady. Roční výrobní náklady N_{vT} jsou celkové náklady na zhotovení výrobku za T-tý provozní rok - roční splátky investičních nákladů se počítají např. odpisovou metodou (doba odpisování může být nahrazena dobou životnosti T_z)

$$N_{vT} = N_i/T_z + N_{pT} \qquad [\text{Kč/rok}]$$

Při řešení optimalizačních úloh v energetice se často používá veličiny „měrné výrobní náklady“, která je definována jako poměr ročních výrobních nákladů a roční čisté dodávky energie. V případě elektrárny pak platí

$$n_v = \frac{N_{vT}}{A_{prT}} \qquad [\text{Kč/kWh}]$$

Dosadíme-li do pravé strany tohoto výrazu právě odvozené vztahy pro jednotlivé složky nákladů a dále vztah

$$A_{pr} = A_{sv} \cdot (1 - k_{vs}) = T_i \cdot P_i \cdot (1 - k_{vs}) \qquad [\text{kWh/r}]$$

kde A_{pr} [MWh/rok] je roční čistá dodávka energie, A_{sv} [MWh/rok] je roční hrubá výroba energie (na svorkách generátoru), k_{vs} [-] je koeficient vlastní spotřeby, T_i [h/rok] je roční doba využití instalovaného výkonu P_i [MW]. Po úpravě dostáváme analytický výraz platný pro klasické elektrárny

$$n_v = \frac{1}{T_i(1 - k_{vs})} (k_{ni} \cdot n_i + k'_{os} \cdot \overline{m}) + \left(1 + k_{pm}\right) \cdot m_{pv} \cdot c_{pv} + \sum m_w \cdot c_w \quad (\text{Kč/kWh})$$

kde je

$$k_{ni} = k_{oú} + \frac{1 + k_r + k_o}{T_z} \quad \text{a} \quad k'_{os} = (k_r + k_o + 1) \cdot k_{os}$$

Uvedený vztah platí za předpokladu, že neuvažujeme náklady na přikoupenou energii N_{pe} a že poslední sumační člen na pravé straně respektuje měrné náklady na vodu spotřebovanou i průtočnou.

Výraz se obvykle dělí podle charakteru vzniku nákladů na tzv. investiční složku výrobních nákladů

$$n_{vi} = \frac{N_o}{T_i P_i (1 - k_{vs})} \quad [\text{Kč/kWh}]$$

palivovou složku výrobních nákladů

$$n_{vpv} = \left(1 + k_{pm}\right) \cdot m_{pv} \cdot c_{pv} \qquad [\text{Kč/kWh}]$$

a provozní (režijní) složku výrobních nákladů

$$n_{vp} = \frac{1}{T_i(1 - k_{vs})} \cdot \left[\left(k_{oú} + \frac{k_v + k_o}{T_z}\right) \cdot n_i + (k_r + k_o + 1) \cdot k_{os} \cdot \bar{m}\right] + \sum m_w \cdot c_w \qquad [\text{Kč/kWh}]$$

nebo se dělí podle závislosti na zatížení elektrárny na stálou (pevnou) složku výrobních nákladů (náklady nezávislé na zatížení)

$$n_{v\,st} = \frac{1}{T_i(1-k_{vs})} \cdot \left(k_{oú} + \frac{1+k_r+k_o}{T_z}\right) \cdot n_i + (k_r + k_o + 1) \cdot k_{os} \cdot \bar{m} \quad \text{[Kč/kWh]}$$

a na proměnlivou (variabilní) složku (náklady úměrné zatížení)

$$n_{v\,var} = \left(1 + k_{pm}\right) \cdot m_{pv} \cdot c_{pv} + \sum m_w \cdot c_w \quad \text{[Kč/kWh]}$$

Přesně vzato, do proměnlivé složky by měla být zahrnuta část některých druhů nákladů, např. mezd a nákladů na některé opravy apod. Jejich podíl v celkových proměnlivých nákladech je však malý, a tak z důvodu jednoduchosti se obvykle zahrnují do stálých nákladů.